

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-186650

(43)Date of publication of application : 09.07.1999

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 09-351166

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 19.12.1997

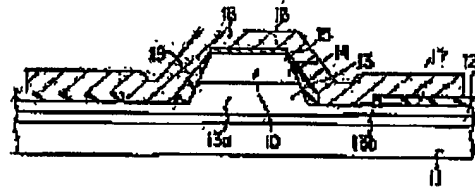
(72)Inventor : ITAYA KAZUHIKO
NUNOGAMI SHINYA
ISHIKAWA MASAYUKI

(54) COMPD. SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a short-wavelength band compd. semiconductor laser device capable of a low-threshold operation.

SOLUTION: On a substrate of a laser, an n-AlGaIn clad layer 11, active layer 112, p-AlGaIn clad layer 13, p-GaN contact layers 14, 15, and p-side electrode 16 are disposed. The p-side electrode 16, contact layers 14, 15 and p-clad layer 13 form a ridge structure 10 extending in the oscillating direction of a laser beam. The p-clad layer 13 has a ridge part 13a of the ridge structure 10 and extensions 13b at both sides of the ridge part 13a. An SiO₂ dielectric coating layer 19 coats each side face of the ridge structure 10. A Cr/Au electrode layer 18 is disposed to cover the total length of the ridge structure 10, connected to the p-side electrode 16 and forms a non-Ohmic contact to the exposed surface of the extensions 13b.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3300657

[Date of registration]

19.04.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-186650

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月9日

(51) Int.Cl.
H01S 3/18

識別記号

F I
H01S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-351166

(22) 出願日 平成9年(1997) 12月19日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 板谷 和彦

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 布上 真也

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 石川 正行

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

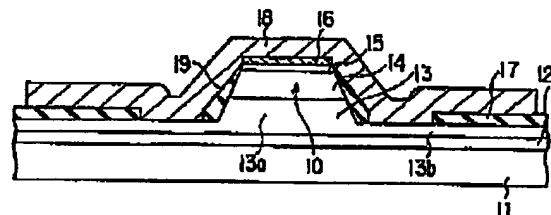
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 化合物半導体レーザー装置

(57) 【要約】

【課題】 低しきい値動作が可能な短波長帯化合物半導体レーザー装置を提供する。

【解決手段】 レーザ装置の基板には、 n -AlGa N クラッド層11、活性層12、 p -AlGa N クラッド層13、 p -Ga N コンタクト層14、15、 p 側電極16が順次配設される。 p 側電極16、 p -コンタクト層15、14、 p -クラッド層13は、レーザービームの発振方向に沿って延びるリッジ構造10を形成する。 p -クラッド層13はリッジ構造10の一部であるリッジ部分13aとリッジ部13aの両側の延在部13bとを有する。リッジ構造10の各側面上には、誘電体である SiO_2 からなる被覆層19が配設される。リッジ構造10の全長を覆うようにCr/Au電極層18が配設される。電極層18は p 側電極16に接続されると共に延在部13bの露出表面に対して非オーミックコンタクトを形成する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 A1を含む第1導電型の化合物半導体からなる第1クラッド層と、

前記第1クラッド層上に配設された化合物半導体からなる活性層と前記活性層上に配設されたA1を含む第2導電型の化合物半導体からなる第2クラッド層と、前記第1及び第2クラッド層間に前記活性層が挟まれることと、前記第2クラッド層は、前記第2クラッド層から前記活性層とは反対側に突出し且つレーザービームの発振方向に沿って延びるリッジ構造の一部をなすリッジ部と、前記リッジ部の両側で側方に延在する延在部とを有することと、

前記第2クラッド層と接触するように前記リッジ部の各側面を覆う誘電体からなる被覆層と、

前記第1クラッド層に接続された第1電極と、

前記リッジ構造の上面を介して前記第2クラッド層に接続されると共に前記延在部において前記第2クラッド層と非オーミックコンタクトを形成する第2電極と、を具備することを特徴とする化合物半導体レーザー装置。

【請求項2】 前記活性層及び前記第1及び第2クラッド層がIII-V族化合物半導体からなることを特徴とする請求項1に記載の化合物半導体レーザー装置。

【請求項3】 A1を含む第1導電型のIII族窒化物半導体からなる第1クラッド層と、

前記第1クラッド層上に配設されたIII族窒化物半導体からなる活性層と前記活性層上に配設されたA1を含む第2導電型のIII族窒化物半導体からなる第2クラッド層と、前記第1及び第2クラッド層間に前記活性層が挟まれることと、前記第2クラッド層は、前記第2クラッド層から前記活性層とは反対側に突出し且つレーザービームの発振方向に沿って延びるリッジ構造の一部をなすリッジ部と、前記リッジ部の同側で側方に延在する延在部とを有することと、

前記第2クラッド層と接触するように前記リッジ構造の上面及び両側面を覆い且つ低抵抗化された頂部を有する半導体からなる被覆層と、

前記第1クラッド層に接続された第1電極と、

前記被覆層を介して前記第2クラッド層に接続された第2電極と、を具備することを特徴とする化合物半導体レーザー装置。

【請求項4】 前記被覆層が前記延在部において前記第2クラッド層と非オーミックコンタクトを形成することを特徴とする請求項3に記載の化合物半導体レーザー装置。

【請求項5】 前記第2電極が金属からなることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の化合物半導体レーザー装置。

【請求項6】 前記活性層及び第2クラッド層が前記第1クラッド層を介して基板に支持されることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の化合物半導体レーザー装置。

(2)

特開平11-186650

2

【請求項7】 前記第2導電型がp型であることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の化合物半導体レーザー装置。

【請求項8】 厚さ厚さ0.5 μ m以上の金属からなるヒートシンク層が、前記リッジ構造の上面及び両側面に接触することを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の化合物半導体レーザー装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【発明の属する技術分野】 本発明は化合物半導体レーザー装置に関し、特に、III-V族化合物、例えばGa_{0.5}N、AlGa_{0.5}N、InGa_{0.5}N、InAlGa_{0.5}N等の、下記の組成式で表される材料から基本的になる窒化ガリウム系半導体のレーザー装置に関する。

$$\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_z\text{N}, \text{ここで } x+y+z=1, 0 \leq x, y, z \leq 1$$

【0002】

【従来の技術】 高密度光ディスクシステム等への応用を目的として短波長の半導体レーザー装置の開発が進められている。この種のレーザー装置では記録密度を高めるために発振波長を短くすることが要求されている。短波長の半導体レーザー装置としてInGaAlP材料による600nm帯光源は、ディスクの読み込み、書き込みのどちらも可能なレベルにまで特性改善され、すでに実用化されている。

【0003】 記録密度を更に向上させるため、近年、青色半導体レーザー装置の開発が盛んに行われている。Ga_{0.5}N系半導体レーザー装置では、350nm以下まで短波長化が可能で、信頼性に関してもLEDにおいて1万時間以上の信頼性が確認されるなど有望であり盛んに研究、開発が行われている。室温での電流注入によるレーザービームの発振も確認されている。このようにナイトライド系は材料的に次世代の光ディスクシステム光源に必要な条件を満たす優れた材料である。

【0004】 光ディスクシステム等へ応用可能にするためには、レーザービームの発振特性が重要となる。例えば、発光部において、接合平面に平行方向に横モード制御構造を形成することが必須となり、また高信頼性を得るためにしきい電流値が低く且つ熱抵抗の十分低い半導体レーザー装置を製作することが重要となる。光ディスクシステム応用の短波長半導体レーザー装置におけるこれらの条件を満たす候補として、上側のクラッド層を掘下げて形成するリッジ構造が挙げられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来のリッジ構造においては、モード制御を考慮するとリッジ幅が比較的狭くなり、接合面垂直方向に対してモードが不安定になり易いという問題や、発振光に対する電極の光損失が大きく、しきい値を上昇させてしまうという問題が発生する。また、歩留まりも極めて悪く、素子の熱抵抗は

50

大きなものとなり、レーザ連続発振自身が困難となり、例えば発振しても、著しく素子の信頼性は損なわれる。プロセス上も、従来のリッジ構造はリッジ上に誘電体膜の開閉部を設けるため、光リソグラフプロセス時に困難な位置合わせが必要となる。

【0006】このように、リッジ構造を有する従来の半導体レーザ装置は、熱抵抗が高くモードも不安定でしかもプロセスが非常に困難となるという問題を抱えている。本発明は、かかる従来技術の問題点を考慮してなされたものであり、プロセスの再現性に優れ且つ製造工程が易しく、また、低しきい値で動作が可能である等の良好な特性を有する、短波長帯の横モード制御型の化合物半導体レーザ装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の視点は、化合物半導体レーザ装置において、A1を含む第1導電型の化合物半導体からなる第1クラッド層と、前記第1クラッド層上に配設された化合物半導体からなる活性層と前記活性層上に配設されたA1を含む第2導電型の化合物半導体からなる第2クラッド層と、前記第1及び第2クラッド層間に前記活性層が挟まれることと、前記2クラッド層は、前記2クラッド層から前記活性層とは反対側に突出し且つレーザビームの発振方向に沿って延びるリッジ構造の一部をなすリッジ部と、前記リッジ部の両側で側方に延在する延在部とを有することと、前記第2クラッド層と接触するように前記リッジ部の各側面を覆う誘電体からなる被覆層と、前記第1クラッド層に接続された第1電極と、前記リッジ構造の上面を介して前記第2クラッド層に接続されると共に前記延在部において前記第2クラッド層と非オーミックコンタクトを形成する第2電極と、を具備することを特徴とする。

【0008】本発明の第2の視点は、第1の視点の化合物半導体レーザ装置において、前記活性層及び前記第1及び第2クラッド層がIII-V族化合物半導体からなることを特徴とする。

【0009】本発明の第3の視点は、化合物半導体レーザ装置において、A1を含む第1導電型のIII族窒化物半導体からなる第1クラッド層と、前記第1クラッド層上に配設されたIII族窒化物半導体からなる活性層と前記活性層上に配設されたA1を含む第2導電型のIII族窒化物半導体からなる第2クラッド層と、前記第1及び第2クラッド層間に前記活性層が挟まれることと、前記2クラッド層は、前記2クラッド層から前記活性層とは反対側に突出し且つレーザビームの発振方向に沿って延びるリッジ構造の一部をなすリッジ部と、前記リッジ部の両側で側方に延在する延在部とを有することと、前記第2クラッド層と接触するように前記リッジ構造の上面及び両側面を覆い且つ低抵抗化された頂部を有する半導体からなる被覆層と、前記第1クラッド層に接続された第1電極と、前記被覆層を介して前記第2クラッド層に

接続された第2電極と、を具備することを特徴とする。

【0010】本発明の第4の視点は、第3の視点の化合物半導体レーザ装置において、前記被覆層が前記延在部において前記第2クラッド層と非オーミックコンタクトを形成することを特徴とする。

【0011】本発明の第5の視点は、第1乃至第4の視点のいずれかの化合物半導体レーザ装置において、前記第2電極が金属からなることを特徴とする。本発明の第6の視点は、第1乃至第5の視点のいずれかの化合物半導体レーザ装置において、前記活性層及び第2クラッド層が前記第1クラッド層を介して基板に支持されることを特徴とする。

【0012】本発明の第7の視点は、第1乃至第6の視点のいずれかの化合物半導体レーザ装置において、前記第2導電型がp型であることを特徴とする。本発明の第8の視点は、第1乃至第7の視点のいずれかの化合物半導体レーザ装置において、厚さ厚さ0.5μm以上の金属からなるヒートシンク層が、前記リッジ構造の上面及び両側面に接触することを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施の形態に係る化合物半導体レーザ装置について詳細に説明する。なお、以下の説明において、略同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一番号を付することにより、重複説明を省略する。

【0014】図1は本発明の第1の実施の形態に係る青色半導体レーザ装置のリッジ構造近傍の概略構成を示す断面図である。図2は第1の実施の形態に係るレーザ装置を、上側の電極を除いた状態で示す斜視図である。第1の実施の形態は、レーザ共振器を形成するIII-V族化合物半導体として、下記の組成式で表される材料を用いたレーザ装置に関する。

【0015】 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 、ここで $x+y+z=1$ 、 $0 \leq x, y, z \leq 1$

図1図示の如く、このレーザ装置においては、サファイア基板1上に、n-GaNバッファ層2（Siドープ $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ3μm）を介して、n-Al_{0.15}Ga_{0.85}Nクラッド層11（Siドープ $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ0.32μm）、活性層12、及びp-Al_{0.15}Ga_{0.85}Nクラッド層13（Mgドープ $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ0.35μm）が順次配設される。活性層12は、厚さ0.1μmの上下一対のGaN光ガイド層と、同光ガイド層の間に挟まれた多重量子井戸構造（MQW）とを有する。多重量子井戸構造（MQW）は、交互に積層された5組のIn_{0.20}Ga_{0.80}N井戸層及びIn_{0.02}Ga_{0.98}Nバリア層からなり、各井戸層の厚さは3nm、各バリア層の厚さは6nmに設定される。

【0016】p-クラッド層13の上には、p-GaNコンタクト層14（Mgドープ $8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ0.4μm）、高濃度に不純物がドープ（低抵抗化）さ

れたp-GaNコンタクト層15 (Mgドープ $2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ $0.1 \mu\text{m}$)、Pt/Ti/Pt/Au等の金属からなるp側電極16が順次配設される。p側電極16、p-コンタクト層15、14、p-クラッド層13は、活性層12とは反対側に突出し且つレーザビームの発振方向に沿って延びる断面台形のリッジ構造10を形成する。

【0017】リッジ構造10は、p側電極16用の金属層を形成後、リッジ構造10に対応するストライプ状の部分の両側を上方からp-クラッド層13の途中までエッチングにより除去することにより形成される。このため、p-クラッド層13はリッジ構造10の一部であるリッジ部分13aとリッジ部13bの両側で側方に延在する延在部13bとを有する。

【0018】リッジ構造10の各側面上には、誘電体である SiO_2 からなる被覆層19が配設される。被覆層19は、実質的にp-クラッド層13のリッジ部13aの両側面に接触し且つこれを完全に被覆するように配設される。各被覆層19の下端部から間隔をおいてp-クラッド層13の夫々の延在部13b上に SiO_2 からなる絶縁層17が配設される。被覆層19と絶縁層17との間には、p-クラッド層13の延在部13bの露出表面が、リッジ構造10に沿って残される。

【0019】一方の絶縁層17上からリッジ構造10の全長を覆い、更に他方の絶縁層17上に至るように、Cr/Au等の金属からなる電極層18が配設される。電極層18はp側電極16に接続されると共に、被覆層19及び絶縁層17間の延在部13bの露出表面に対して、非オーミックコンタクトを形成する。また、リッジ構造10から外れた位置にはn-バッファ層2の露出表面が形成され、その上にAl/Ti/Au等の金属からなるn側電極3が配設される。

【0020】後述の実験に供した第1の実施の形態に係るレーザ装置のリッジ構造10及び被覆層19は次の方法で形成した。先ず、サファイア基板1上に、窒化ガリウム層2及び11乃至15を、全てMOCVD (有機金属気相成長法) により成長形成した。成長条件に関し、圧力は常圧で、バッファ層2以外のGaN、AlGaN層については基本的に窒素、水素、アンモニアを混合した雰囲気中で 1000°C から 1100°C の範囲の温度を使用し、活性層12については窒素とアンモニア雰囲気中で 700°C から 850°C の範囲の温度を使用した。

【0021】窒化ガリウム層2及び11乃至15を結晶成長し、更にp側電極16用のPt/Ti/Pt/Au金属層を形成した後、リッジ構造10に対応するストライプ状の部分の両側を上方からp-クラッド層13の途中までエッチングにより除去することによりリッジ構造10を形成した。ここでは、感光レジストを用いた光リソグラフィ技術と反応性塩素系イオンによるドライエッチング技術を用いた。このようにして、活性層12と

は反対側に突出し且つレーザビームの発振方向に沿って延びる断面台形で底面の幅が $2 \mu\text{m}$ のリッジ構造10を形成した。

【0022】次に、被覆層19及び絶縁層17の材料となる誘電体 (SiO_2) 膜を熱CVD法で基板の全面に亘って 600 nm の厚さで形成した。次に、被覆層19及び絶縁層17間でp-クラッド層13の延在部13bの表面を露出させるための開口部に対応して、誘電体膜上に開口幅 $8 \mu\text{m}$ のフォトリソグのパターンを形成した。次に、 CF_4 を用いた反応性イオンにより 300 nm のエッチング量を狙って気相エッチングを行い、自己整合的にリッジ構造10の両側に平均 200 nm の厚さで SiO_2 からなる被覆層19を形成した。

【0023】リッジ構造10の両側面上における被覆層19の自己整合的な形成は良好な再現性をもって行なうことができた。これには、 SiO_2 誘電体膜を形成する際にリッジ構造10の両側面上で誘電体膜がリッジ構造10の形状を反映して厚めになることと、反応性イオンによる気相エッチングがイオン種の供給律速で行われることと、が影響しているものと考えられる。

【0024】このような方法を用いて作製した第1の実施の形態に係るレーザ装置においては、リッジ構造10の外側の延在部13b上で、Cr/Au電極層18がp-Al_{0.15}Ga_{0.85}Nクラッド層13と接触する。この接触はキャリア濃度が低いp-AlGaN層13と金属層18との接触であるため、その間の電気的な障壁は大きくなる。一方、リッジ構造10の頂部では、高濃度にMgがドープされたp-GaNコンタクト層15とPt/Ti/Pt/Auからなるp側電極16との接触になるため接触抵抗は低くなる。

【0025】実験によれば、p側電極16に 10 V 印加した条件において、p-コンタクト層15とp側電極16とのコンタクトには 150 mA 以上の電流を流すことができたが、電極層18とp-クラッド層13とのコンタクトを流れる電流は 1 mA 以下であった。即ち、第1の実施の形態に係るレーザ装置の電流効率効果は、リッジ構造の外側での電極のコンタクトがない従来の構造とそん色のないものであることが判明した。

【0026】また、第1の実施の形態に係るレーザ装置においては、発光部である活性層12に対して熱伝導の良好な金属電極層18を近づけることができるため、放熱性を格段に向上させることができる。また、基本モード光はリッジ構造10の側面の低屈折率層に相当する SiO_2 被覆層19で制御され、高次モードは更にその外側の金属電極層18によりカットオフを受ける構造となるため、高次モードを安定して抑制することができる。また、実験によれば、キンクなどのモード不安定な素子の発生は 10% 以下に抑えることができた。

【0027】また、第1の実施の形態に係るレーザ装置においては、リッジ構造10の幅を $2 \mu\text{m}$ 以下にしても

7

しきい電流値の上昇は緩やかで、しきい値自身は大幅に小さくすることができる。発振特性の実験によれば、本レーザ装置においては、しきい値15mAで室温連続発振させることができた。発振波長は405nm、動作電圧は5.5Vであった。ビーム特性は単峰であり、非点隔差については5 μ mと十分小さな値が得られた。最高光出力は連続発振で10mWまで得られ、最高連続発振温度は80℃で、信頼性に関しても室温で1000時間以上安定に動作した。なお、これらの特性は、基板1を研磨により50 μ mまで薄膜化し、基板1側をヒートシンクにボンディングした構造で得られた。

【0028】図6は比較例の構造を示す断面図であり、これはリッジ構造10の側面を含め全面に形成されたSiO₂絶縁層17を有し、リッジ構造10の外側の延在部13b上において電極層18とp-クラッド層13とが接触しない。この比較例の場合、垂直モードが下方に閉じ込められ、リッジ構造10を中心とする横方向の閉じ込めに不利となるため、横モードが安定に制御できない。またもし逆に、絶縁層17や被覆層19がなく、リッジ構造10の側面に電極層18が接触すると基本モードに対して電極による光損失が大きくなり、しきい値が上昇する。この場合、従って、リッジ構造10の幅を3 μ m以下に狭くすることができない。

【0029】図6の比較例の構造について第1の実施の形態に係るレーザ装置と同条件で発振特性の実験を行なったところ、しきい電流値は80mAと高く、最高連続発振温度は30℃と低かった。また、単峰のビームが得られたのは半分以下の歩留まりであった。

【0030】図3は本発明の第2の実施の形態に係る青色半導体レーザ装置の概略構成を示す断面図である。第2の実施の形態は、Cr/Au等の金属からなる電極層18が3 μ mと厚い点を除いて、第1の実施の形態と同一である。

【0031】活性層やコンタクト領域で発生する熱はヒートシンクに放散していく。従って、基板側をヒートシンクに融着する場合は基板と反対側からの熱の逃げが特性向上の鍵となる。第2の実施の形態においては、電極層18がリッジ構造10の阿鼻に近接しているだけでなく、電極層18が厚いため、放熱効果がいっそう高まる。電極層18の厚さは、設計上、各部分の熱パラメータを考慮して決定する。実験によれば、電極層18の厚さを0.5 μ m以上、望ましくは1 μ m以上とすることで放熱効果が著しくなった。第2の実施の形態について第1の実施の形態に係るレーザ装置と同条件で発振特性の実験を行なったところ、最高連続発振温度は90℃を越え、信頼性試験においても50℃で3000時間以上安定に動作することを確認した。

【0032】図4は本発明の第3の実施の形態に係る赤色半導体レーザ装置のリッジ構造近傍の概略構成を示す断面図である。第3の実施の形態は、レーザ共振器を形

(5)

特開平11-186650

8

成するIII-V族化合物半導体として、下記の組成式で表される材料を用いたレーザ装置に関する。

【0033】 $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_z\text{P}$ 、ここで $x+y+z=1$ 、 $0\leq x, y, z\leq 1$

図4図示の如く、このレーザ装置においては、基板（図示せず）上に、n-InAlPクラッド層21、活性層22、及びp-InAlPクラッド層23が順次配設される。活性層22は、上下一対の光ガイド層と、両光ガイド層の間に挟まれたInGaAlP多重量子井戸構造（MQW）とを有する。

【0034】p-クラッド層23の上には、p-InGaPコンタクト層24、高濃度に不純物がドーパ（低抵抗化）されたp-GaAsコンタクト層25が順次配設される。p-コンタクト層25、24、p-クラッド層23は、活性層22とは反対側に突出し且つレーザビームの発振方向に沿って延びる断面台形のリッジ構造20を形成する。p-クラッド層23はリッジ構造20の一部であるリッジ部分23aとリッジ部23aの両側で側方に延在する延在部23bとを有する。

【0035】リッジ構造20の各側面上には、誘電体であるSiO₂からなる被覆層29が配設される。被覆層29は、実質的にp-クラッド層23のリッジ部23aの阿鼻面に接触し且つこれを完全に被覆するように配設される。各被覆層29の下端部から間隔をおいてp-クラッド層23の夫々の延在部23b上にSiO₂からなる絶縁層27が配設される。被覆層29と絶縁層27との間には、p-クラッド層23の延在部23bの露出表面が、リッジ構造20に沿って残される。

【0036】一方の絶縁層27上からリッジ構造20の全長を覆い、更に他方の絶縁層27上に至るように、AuZn/Au等の金属からなる電極層28が配設される。電極層28はp-コンタクト層25に接続されると共に、被覆層29及び絶縁層27間の延在部23bの露出表面に対して、非オーミックコンタクトを形成する。

【0037】発振特性の実験によれば、各半導体層をMOCVDにより成長形成して作製した第3の実施の形態に係るレーザ装置においては、しきい値8mAで室温連続発振させることができた。発振波長は650nm、動作電圧は2.3Vであった。ビーム特性は単峰であり、非点隔差については5 μ mと十分小さな値が得られた。最高光出力は連続発振で10mWまで得られ、最高連続発振温度は90℃で、信頼性に関しても60℃で500時間以上安定に動作した。なお、これらの特性は、基板側をヒートシンクにボンディングした構造で得られた。

【0038】図5は本発明の第4の実施の形態に係る青色半導体レーザ装置のリッジ構造近傍の概略構成を示す断面図である。第4の実施の形態は、半導体からなる被覆層31に関連する点を除いて、第1の実施の形態と同一である。

【0039】第4の実施の形態においては、前述のSi

9

O₂ からなる被覆層 19 に代え、Si からなる被覆層 31 が配設される。被覆層 31 は電極或いは配線としての機能を果たす程度に高濃度に不純物がドーブ（低抵抗化）される。被覆層 31 は、一方の絶縁層 17 上からリッジ構造 10 の全長を接触状態で覆い、更に他方の絶縁層 17 上に至るように配置される。被覆層 31 は p 側電極 16 に対してオーミックコンタクトを形成すると共に、被覆層 19 及び絶縁層 17 間の延在部 13 b の露出表面に対して、非オーミックコンタクトを形成する。更に、被覆層 31 の全体を覆うように、Cr/Au 電極層 18 が配設される。

【0040】後述の実験に供した第 4 の実施の形態に係るレーザ装置の被覆層 31 は次の方法で形成した。窒化ガリウム層 11 乃至 15 を結晶成長し、更に p 側電極 16 用の Pt/Ti/Pt/Au 金属層を形成した後、リッジ構造 10 に対応するストライプ状の部分の両側を上方から p-クラッド層 13 の途中までエッチングにより除去することによりリッジ構造 10 を形成した。次に、絶縁層 17 の材料となる誘電体（SiO₂）膜を熱 CVD 法で基板の全面に亘って形成した。次に、光リソグラフィ技術と化学エッチング技術を繰り返してリッジ構造 10 の付近に開口部を設けた。そして、Si 被覆膜 31 と電極層 18 とを順次スパッタ法で形成した。リッジ構造 10 の幅は底面で 3 μm、SiO₂ 膜（絶縁層 17）の開口幅は 8 μm とした。

【0041】このような方法を用いて作製した第 1 の実施の形態に係るレーザ装置においては、リッジ構造 10 の外側の延在部 13 b 上で、Si 被覆層 31 が p-Al_{0.15}Ga_{0.85}N クラッド層 13 と接触する。この接触はキャリア濃度が低い p-AlGa_{0.15}N 層 13 と低抵抗 Si 被覆層 31 との接触であるため、非オーミックコンタクトとなる。一方、リッジ構造 10 の頂部では、p 側電極 16 と低抵抗 Si 被覆層 31 との接触になるためオーミックコンタクトとなる。また、低抵抗 Si 被覆層 31 とその外側の電極層 18 とは実質的に一体の電極として機能することができる。

【0042】即ち、第 4 の実施の形態においては、被覆層 31 の半導体材料の種類を選んでリッジ構造 10 を被覆すれば、第 1 乃至第 3 の実施の形態と同様な効果を実効的に得られることを示している。なお、Si 被覆層 31 は電極 16 との接触部等、電流を流したい部分に選択的に不純物をドーブして抵抗を下げてよい。

【0043】発振特性の実験によれば、第 4 の実施の形態に係るレーザ装置においては、室温でのしきい電流値が 20 mA で、最高連続発振温度は 80 °C まで高くすることができた。また、信頼性試験も 60 °C で 100 時間以上安定に動作することを確認した。

【0044】なお本発明は上述の実施の形態に限られるものではない。例えば、第 1 の実施の形態等においてはサファイア基板を使用しているが、これに代えて SiC

(6)

特開平 11-186650
10

基板が使用可能である。また、誘電体、絶縁体としては SiO₂ 以外に Al₂O₃ などを使用可能である。

【0045】また、上述の実施の形態においては、レーザ共振器を形成する半導体の一般式として、

$In_x Al_y Ga_z N$ 、ここで $x+y+z=1$ 、 $0 \leq x, y, z \leq 1$

$In_x Ga_y Al_z P$ 、ここで $x+y+z=1$ 、 $0 \leq x, y, z \leq 1$

を記載しているが、各半導体層は Ti、Si、C、N などの元素を混晶にならない不純物程度の量、含んでもよい。更に、レーザ共振器を形成する半導体として II-VI 族化合物半導体や、Si、Ge を使用する場合も本発明を適用することができる。

【0046】また、レーザ装置の構造は、レーザのしきい値に影響を与えないものであれば種々の変更が可能である。その他、本発明は、導波路構造、受光素子、トランジスタなどの光デバイス分野へも適用が可能である。

【0047】

【発明の効果】本発明によれば、素子の熱抵抗が十分に低く、製造方法も簡単な優れた横モード型半導体レーザ装置が実現できる。特に、特性においては低しきい値化が可能で、ビーム特性も良く、信頼性も大幅に向上するため、本発明に係る半導体レーザ装置の有用性は高いものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る青色半導体レーザ装置のリッジ構造近傍の概略構成を示す断面図。

【図 2】第 1 の実施の形態に係るレーザ装置を、上側の電極を除いた状態で示す斜視図。

【図 3】本発明の第 2 の実施の形態に係る青色半導体レーザ装置の概略構成を示す断面図。

【図 4】本発明の第 3 の実施の形態に係る赤色半導体レーザ装置のリッジ構造近傍の概略構成を示す断面図。

【図 5】本発明の第 4 の実施の形態に係る青色半導体レーザ装置のリッジ構造近傍の概略構成を示す断面図。

【図 6】比較例のレーザ装置の概略構成を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1…サファイア基板
- 2…n-GaN バッファ層
- 3…n 側電極
- 10…リッジ構造
- 11…n-AlGa_{0.15}N クラッド層
- 12…活性層
- 13…p-AlGa_{0.15}N クラッド層
- 14、15…p-GaN コンタクト層
- 16…p 側電極
- 17…誘電体被覆層
- 18…電極層

11

(7)

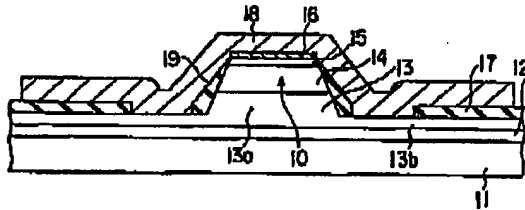
特開平11-186650

12

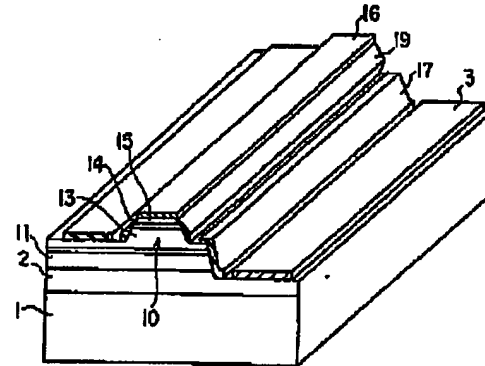
- 19...絶縁層
- 20...リッジ構造
- 21...n-InAlPクラッド層
- 22...活性層
- 23...p-InAlPクラッド層

- 24、25...p-コンタクト層
- 27...誘電体被覆層
- 28...電極層
- 29...絶縁層
- 31...半導体被覆層

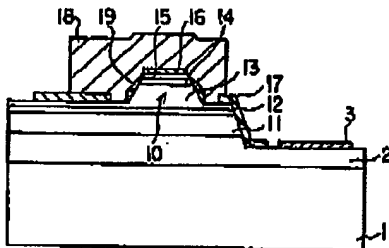
【図1】



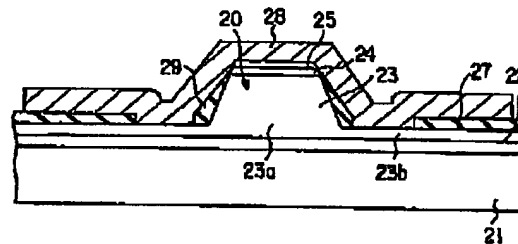
【図2】



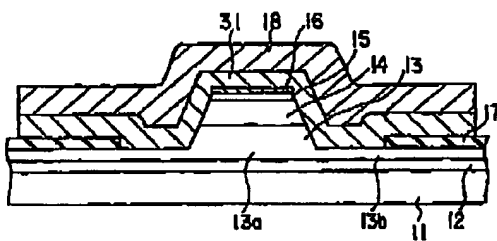
【図3】



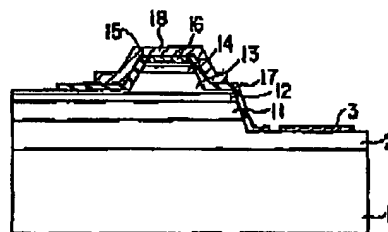
【図4】



【図5】



【図6】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-312971

(43)Date of publication of application : 24.11.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/205

C30B 29/40

H01L 33/00

(21)Application number : 10-062760

(71)Applicant : NEO CORP

(22)Date of filing : 13.03.1998

(72)Inventor : SUNAKAWA HARUO
USUI AKIRA

(30)Priority

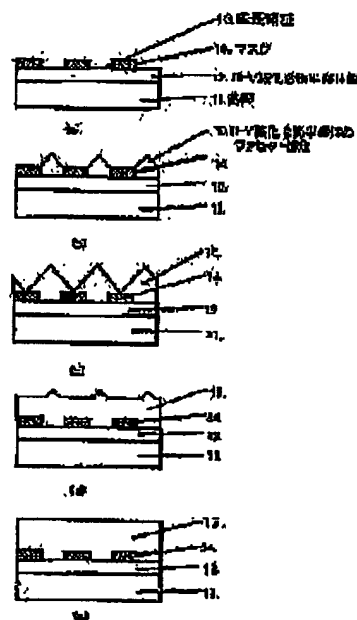
Priority number : 09 59076 Priority date : 13.03.1997 Priority country : JP

(54) III-V COMPOUND SEMICONDUCTOR FILM AND GROWTH METHOD, GAN SYSTEM SEMICONDUCTOR FILM AND ITS FORMATION, GAN SYSTEM SEMICONDUCTOR STACKED STRUCTURE AND ITS FORMATION, AND GAN SYSTEM SEMICONDUCTOR ELEMENT AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the introduction of defects by suppressing cracks generated by difference in the thermal expansion coefficients between a growing III-V comp. semiconductor layer and a substrate crystal, and a difference in grid constants.

SOLUTION: Through the use of a substrate limiting a growing region 13 by a mask 14, the facet structure of a III-V comp. semiconductor film 15 is formed (b) by epitaxial growth, for growing (c) the facet structure to cover the mask 14. In addition, the facet structure is completely embedded (d). A III-V comp. semiconductor layer with a flat surface is finally formed (e).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.03.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3139445

[Date of registration] 15.12.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of

2004年 4月21日 18時18分

ソニー株式会社 知的財産部

No. 5819 2/P. 12.シ

rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office